|  |  |
| --- | --- |
| 秘级 |  |
| 报告版本 | V1 |
| 页数 |  |

**城市轨道交通车辆基地总平面数**

**字化设计平台**

**需求说明书**

**项目编号：**

**项目名称：**

**编制：**

**校核：**

**审核：**

**审定：**

**日期：**

修订记录：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 版本号 | 修订人 | 修订日期 | 修订描述 |
| V 1.0 | 陈柏谦 | 2023.7.5 | 初稿 |
| V2.0 | 郭晋荣 | 2025.6.18 | 业务逻辑需求转换开发逻辑需求 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

目录

[1 内容简介 1](#_Toc201324173)

[1.1 文档目的 1](#_Toc201324174)

[1.2 文档范围 1](#_Toc201324175)

[1.3 用户定位 1](#_Toc201324176)

[2 用户角色描述 1](#_Toc201324177)

[3 产品概述 2](#_Toc201324178)

[3.1 产品目标 2](#_Toc201324179)

[3.2 功能框架 2](#_Toc201324180)

[3.3 总体流程 3](#_Toc201324181)

[3.3.1 角色应用流程 3](#_Toc201324182)

[3.3.2 模块间主要数据关系 3](#_Toc201324183)

[3.4 功能摘要 3](#_Toc201324184)

[4 出入线模块产品特性 5](#_Toc201324185)

[4.1 参数设置模块 5](#_Toc201324186)

[4.1.1 常规参数设置 5](#_Toc201324187)

[4.1.2 技术参数设置 5](#_Toc201324188)

[4.2 平面设计模块 5](#_Toc201324189)

[4.2.1 线路创建系统 5](#_Toc201324190)

[4.2.2 动态标注系统 6](#_Toc201324191)

[4.2.3 曲线计算核心 6](#_Toc201324192)

[4.3 纵断面设计模块 6](#_Toc201324193)

[4.3.1 坡度标系统 6](#_Toc201324194)

[4.3.2 地面数据采集 7](#_Toc201324195)

[4.3.3 纵断面出图系统 7](#_Toc201324196)

[4.4 灯泡线设计模块 8](#_Toc201324197)

[4.4.1 连接预处理 8](#_Toc201324198)

[4.4.2 几何构建引擎 8](#_Toc201324199)

[4.4.3 交互调整系统 8](#_Toc201324200)

[4.5 数据管理模块 9](#_Toc201324201)

[4.5.1 数据流系统 9](#_Toc201324202)

[4.5.2 持久化系统 9](#_Toc201324203)

[4.6 用户交互模块 9](#_Toc201324204)

[4.6.1 输入处理系统 9](#_Toc201324205)

[4.6.2 界面控制系统 9](#_Toc201324206)

[4.7 验证与输出 10](#_Toc201324207)

[4.7.1 规范检查器 10](#_Toc201324208)

[4.7.2 出图系统 10](#_Toc201324209)

[5 绘图工具箱模块产品特性 10](#_Toc201324210)

[5.1 图层管理子系统 10](#_Toc201324211)

[5.1.1 图层操作引擎 11](#_Toc201324212)

[5.2 修改工具子系统 11](#_Toc201324213)

[5.2.1 几何处理 11](#_Toc201324214)

[5.3 文本处理子系统 12](#_Toc201324215)

[5.3.1 序列化工具 12](#_Toc201324216)

[5.4 查询工具子系统 12](#_Toc201324217)

[5.4.1 几何计算 12](#_Toc201324218)

[5.5 多段线工具子系统 13](#_Toc201324219)

[5.5.1 多段线操作 13](#_Toc201324220)

[5.6 表格工具子系统 13](#_Toc201324221)

[5.6.1 数据交换 13](#_Toc201324222)

[5.7 标注工具子系统 14](#_Toc201324223)

[5.7.1 标注生成 14](#_Toc201324224)

[5.8 批量打印子系统 14](#_Toc201324225)

[5.8.1 打印引擎 14](#_Toc201324226)

[5.9 核心架构 15](#_Toc201324227)

[5.9.1 交互系统 15](#_Toc201324228)

[5.9.2 数据处理 15](#_Toc201324229)

# 内容简介

## 文档目的

本文档为“城市轨道交通车辆基地总平面数字化设计平台”的产品需求文档，主要作为确认需求以及系统分析设计的依据。

## 文档范围

本需求说明书对城市轨道交通车辆基地总平面数字化设计平台的功能点及其涉及的应用场景、输入条件、操作流程、对应的界面等进行说明。

本产品为中望CAD插件端，实现对车辆基地总平面快速绘制，实现工作标准化，提高完成效率。

本产品考虑了产品化的需要。考虑院内使用、对外销售两种场景。

本产品考虑了多城市、多线路同时使用的场景。

## 用户定位

产品面向的用户包括：院内设计师、院外设计师。

# 用户角色描述

本项目需求分析过程中的参与人员及其对需求分析的贡献、角色如下：

用户角色描述表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 来源 | 角色 | 描述 |
| 暂无 |  |  |  |

# 产品概述

## 产品目标

为城市轨道交通车辆基地总平面设计提供数字化解决方案，实现道岔布置、股道连接、调线调坡等核心设计的模块化与智能化，解决传统设计中步骤繁琐、重复性高、精度难控的问题。通过参数化工具和自动化检查功能，提升设计效率50%以上，降低人力成本，确保设计成果符合行业规范（如最小夹直线长度、曲线半径等），故开发城市轨道交通车辆基地总平面数字化设计平台。

## 功能框架

该工具分为四个功能层次：数据层、支撑层、功能层、展示层。

数据层：存储道岔参数、限界规范、车型配置等基础数据（如道岔号、曲线加宽值）。

支撑层：提供核心算法引擎。

功能层：包含七大模块：

咽喉区模块：道岔群插入、合并、警冲标生成。

出入线模块：平纵断面一体化设计、灯泡线生成。

调线调坡模块：限界检查与侵限可视化。

道路模块：道路中心线绘制、标志标线智能布设。

库房模块：联合检修库参数化生成。

设计检查模块：自动校验规范符合性（如夹直线长度）。

绘图工具箱：图层管理、批量打印等CAD效率工具。

展示层：实时可视化设计成果（如限界对比图、三维道路曲面）。

## 总体流程

### 角色应用流程

##### 设计师：

###### 通过参数面板设置技术指标（如最小曲线半径）。

###### 使用模块化工具绘制咽喉区/出入线（如插入道岔群）。

###### 调用检查模块自动验证规范冲突（如侵限提示）。

###### 输出平面图/纵断面图及工程量表。

##### 校审人员：

###### 利用设计检查模块标注问题（云线批注）。

###### 生成/导出意见单（PDF/Excel）。

##### 管理员：

###### 维护基础参数库（如车型配置、限界数据）。

###### 管理用户权限及功能开关。

### 模块间主要数据关系

##### 数据流：

###### 咽喉区模块生成股道属性→库房模块联动计算库房长度。

###### 调线调坡模块读取限界数据→设计检查模块输出侵限报告。

###### 道路模块三维曲面→绘图工具箱统计土石方量。

##### 控制流：参数修改（如道岔旋转）实时触发关联模块更新（警冲标位置同步移动）。

## 功能摘要

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一级模块 | 主要功能 | 优先级 |
| **咽喉区模块** | 道岔群插入/镜像、曲线连接、警冲标定位 |  |
| **出入线模块** | 平纵断面协同设计、坡度标生成、灯泡线自动连接 | 1 |
| **调线调坡模块** | 限界数据导入、侵限值计算与可视化对比 |  |
| **道路模块** | 道路中心线绘制、智能标线布设（导向箭头/减速带）、土方量计算 |  |
| **库房模块** | 大架修库/洗车机库参数化生成（跨距组合、股道长度联动） |  |
| **设计检查模块** | 规范实时校验（如最小线间距）、校审意见批注与导出 |  |
| **绘图工具箱** | Z坐标归零、多段线坐标提取、批量打印（PDF合并/拆分） | 1 |

# 出入线模块产品特性

## 参数设置模块

### 常规参数设置

#### 精度控制功能

##### 曲线参数小数位数设置（默认2位）

##### 坐标数据小数位数设置（默认3位）

#### 字体管理功能

##### 数字高度独立设置

##### 汉字高度独立设置

##### 字体样式选择器（支持CAD字体映射）

#### 参数持久化

##### 默认值存储机制

##### 用户偏好保存/加载

### 技术参数设置

#### 规范参数控制

##### 最小夹直线长度设置（A车（25m）/B车（20m）选项+自定义输入）

##### 最小圆曲线长度设置（数值输入+范围校验）

#### 段场类型选择

##### 车辆段/停车场单选按钮组

##### 自动冠号切换逻辑（出/入段线+出/入场线）

#### 里程系统设置

##### AK/CK/DK冠号选择器

##### 冠号全局应用机制

## 平面设计模块

### 线路创建系统

#### 线路对象管理

##### 默认命名生成（"XX线路"）

##### 线路重命名功能

#### 几何点采集

##### 起点坐标拾取（CAD点选+坐标输入）

##### 交点序列管理（动态数组）

##### 终点坐标确定

#### 曲线参数输入

##### 圆曲线半径输入框

##### 前后缓和曲线长度输入

### 动态标注系统

#### 标注方位控制

##### 左侧/右侧标注单选

##### 标注偏移量设置

#### 实时更新引擎

##### 交点移动事件监听

##### 半径修改响应

##### 自动重绘触发机制

### 曲线计算核心

#### 缓和曲线生成器

##### 三次抛物线算法实现：y=x³/(6C)

##### 参数C计算：C≈R·ls

#### 几何特征计算

##### 切线长(T)计算

##### 外距(E)计算

##### 切曲差(D)计算

## 纵断面设计模块

### 坡度标系统

#### 坡度链创建

##### 里程定位（输入/拾取）

##### 坡度值输入（正负号控制升降）

##### 坡长输入验证

#### 智能接力功能

##### 下一节点自动创建

##### 标高传递计算

#### 标注生成器

##### 垂直线路布局算法

##### 标注内容格式化

### 地面数据采集

#### 高程点管理

##### 里程高程对存储

##### 批量导入接口

#### 建构筑物分类系统

##### 河涌模型（4关键点）

##### 管廊模型（顶/底+起终里程）

##### 隧道模型（里程+高程）

##### 道路模型（起终里程+高程）

### 纵断面出图系统

#### 出图参数设置

##### 纵横比例尺设置

##### 高程范围计算器（自动/手动）

##### 隧道参数输入（顶/底偏移量）

#### 动态生成引擎

##### 坡度标数据转换

##### 地面线渲染

##### 隧道结构线生成

#### 标注系统

##### 起终点标注

##### 隧道洞口标记

##### 建构筑物距离标注

## 灯泡线设计模块

### 连接预处理

#### 线路选择器

##### 双线路拾取验证

##### 端点方向识别（起点/终点判定）

#### 参数输入

##### 曲线半径设置

##### 缓和曲线长度设置

### 几何构建引擎

#### 偏移量计算器

##### P₁=ls²/(24R₁)ls⁴/(2688R₁³)

##### 数值稳定性处理

#### 辅助构造系统

##### 圆心偏移算法

##### 角平分线生成

##### 切线求解（辅助圆交点计算）

#### 路径生成器

##### 关键点序列构建（起点→A→B→终点）

##### 缓和曲线特殊处理（端点半径归零）

### 交互调整系统

#### 参数修改响应

##### 半径/缓和曲线修改监听

##### 全流程重计算触发

#### 成果输出

##### 几何特征点坐标输出

##### 连接线对象生成

## 数据管理模块

### 数据流系统

#### 中央数据池

##### 平面参数共享区

##### 纵断面参数共享区

#### 变更传播机制

##### 坡度标修改→纵断面更新

##### 地面数据→多模块同步

### 持久化系统

#### 自动保存

##### 操作日志记录

##### 增量存储策略

#### 恢复机制

##### 定时快照（每5分钟）

##### 崩溃恢复接口

## 用户交互模块

### 输入处理系统

#### 混合输入支持

##### CAD点选坐标捕获

##### 精确数值输入框

#### 动态预览

##### 参数修改实时渲染

##### 冲突可视化提示

### 界面控制系统

#### 参数面板

##### 带单位标签输入组

##### 智能默认值填充

#### 上下文菜单

##### 建构筑物类型选择器

##### 批量操作入口

#### 表格编辑器

##### 数据表格视图

##### 导入/导出功能（CSV格式）

## 验证与输出

### 规范检查器

#### 实时验证

##### 半径≥最小圆曲线长度

##### 夹直线≥最小长度

#### 冲突处理

##### 警告提示系统

##### 自动修正建议

### 出图系统

#### 平面图生成

##### 曲线参数表自动排版

##### 里程标注系统

#### 纵断面图生成

##### 高程标尺绘制

##### 隧道结构线渲染

##### 标注自动避让算法

# 绘图工具箱模块产品特性

## 图层管理子系统

### 图层操作引擎

#### 全局操作

##### 全图层开启/关闭实现（遍历图层集合）

##### 全局锁定/解锁状态切换

##### 冻结/解冻状态批处理

#### 对象级操作

##### 基于对象图层隔离（仅显）/关闭功能

##### 基于对象图层锁定/解锁功能

##### 基于对象图层冻结/反冻（冻结非选中图层）功能

#### 状态管理

##### 图层状态快照保存/恢复

##### 操作历史记录（支持撤销）

## 修改工具子系统

### 几何处理

#### 实体坐标归零

##### 实体Z坐标批量清零

##### 选择集过滤（仅处理直线实体）

#### 智能倒角

##### 半径命令映射表管理（增删改）

##### 命令快捷键注册（F9/F12等）

##### 动态半径应用

#### 填充处理

##### 填充图案继承（样板克隆）

##### 填充分解器（整体→独立单元）

#### 区域清理

##### 边界选择器（支持多段线/圆）

##### 内外区域识别算法

##### 批量删除执行引擎

## 文本处理子系统

### 序列化工具

#### 序号生成器

##### 前缀+序号模式（通配符长度为输入框，输入数字代表序号有几位数字，如：1=P1，2=P01，3=P001）

##### 序号步长控制逻辑（输入数字代表下一个序号与上一个序号的间隔，如：1，输出P1，P2；3，输出P1，P4）

##### 重复次数计数器（不重复表示序号不需要重复-P1，P2，P3，P4；选1表示序号重复1次-P1，P1，P2，P2；选3表示序号重复3次-P1，P1，P1，P1，P2，P2，P2，P2，P3）

#### 操作模式

##### 新建/替换/插入/追加实现

##### 通配符位数转换器

#### 文本修饰

##### 前后缀添加引擎

##### 方向适配器（平行参照物）

##### 单行→多行转换器

#### 视觉效果

##### 文字遮掩生成器（带偏移设置）

##### 对齐定位系统（左/中/右）

## 查询工具子系统

### 几何计算

#### 长度统计

##### 多实体累计长度算法

##### 选择集过滤（仅处理线性实体）

#### 面积统计

##### 封闭区域面积求和

##### 非封闭实体处理

#### 曲线分析

##### 局部曲线长度计算

##### 点选位置精确定位

## 多段线工具子系统

### 多段线操作

#### 几何转换

##### 直线→多段线合并算法

##### 多段线反向器（顶点逆序）

#### 顶点管理

##### 动态增删节点接口

##### 位置捕捉精度控制

#### 数据交换

##### 坐标提取器（带格式控制）

###### 绝对/相对坐标转换

###### 精度/XY交换选项

##### Excel-CAD双向接口

###### 表格解析引擎

###### 数据映射验证

## 表格工具子系统

### 数据交换

#### 行列操作

##### 行/列选择识别器

##### 剪贴板数据解析

#### 格式转换

##### CAD→Excel格式转换器

##### Excel→CAD格式转换器

#### 表格优化

##### 单元格居中定位算法

##### 文本对齐引擎

## 标注工具子系统

### 标注生成

#### 坐标标注

##### 单点/批量标注模式

##### 坐标系转换（世界/用户）

##### 精度/方向控制

#### 专业标注

##### 引线标注生成器

##### 标高符号库（多种样式）

##### 剖面标记系统

#### 文本修饰

##### 下划线引擎（单/双线）

##### 间距/延长量控制

##### 动态宽度计算

## 批量打印子系统

### 打印引擎

#### 单文件处理

##### 图框自动识别算法

##### 图纸信息提取（图名/图号）

#### 多文件批处理

##### 文件队列管理系统

##### 后台打印控制器

#### 输出控制

##### PDF生成器（单页/合并）

##### 命名规则模板系统

##### 打印配置预设管理

## 核心架构

### 交互系统

#### 三级菜单架构

##### 主菜单→子模块→功能命令

##### 快捷键注册中心

#### 参数面板

##### 动态表单生成器

##### 输入验证引擎

#### 预览机制

##### 实时效果渲染

##### 冲突可视化提示

### 数据处理

#### 剪贴板集成

##### CAD-Excel数据转换器

##### 格式保持传输

#### 文件I/O

##### Excel解析库（xlsx/csv）

##### PDF生成SDK集成

#### 配置管理

##### 用户预设存储

##### 默认值配置表